

模具设计师成才系列

■ **从零开始，循序渐进**

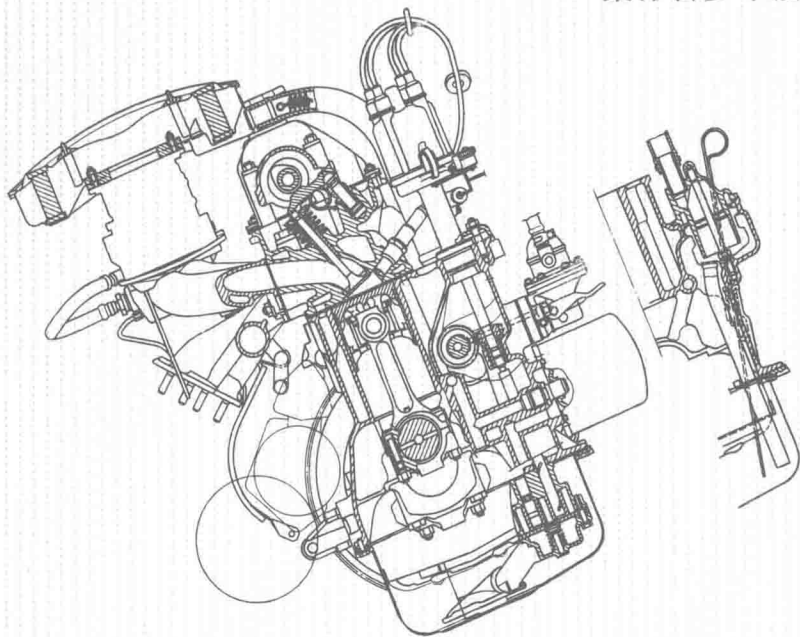
从塑料产品讲起，阐述模具设计之方法。

■ **图文并茂，简明扼要**

简明叙述设计要点，没有废话。

■ **贴近实战，操作性强**

集作者多年模厂实际设计方法与技巧之精髓。



注塑模具设计基础

王 静 主 编 ★

曹伟峰 王 鑫 副主编 ★

模具设计师成才系列

注塑模具设计基础

王 静 主 编

曹伟峰 王 鑫 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是“模具设计师成才系列”丛书的第一本，重点介绍注塑模具设计的知识、方法和技巧。本书的最大特色是精讲理论、偏重实战，有别于传统模具教材。学完本书后，对模具设计 2D 排位将不再陌生。本书内容直接服务于具体设计。

本书从头至尾，循序渐进地详细介绍注塑模具设计的各项细节及具体操作方法，内容包括模仁结构、分型面设计、模架结构、进胶系统设计、侧抽芯系统设计（滑块及行位）、顶出系统设计、冷却系统设计等，最后以一套模具实例来做总结。所讲内容翔实可靠、简明易懂。

本书不仅适合作为大、中专院校模具、材料加工、机械设计等专业的教材，而且可作为模具设计爱好者和初学者的自学用书，也可供国家模具设计师考证人员学习参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑模具设计基础 / 王静主编. —北京：电子工业出版社，2013.01

(模具设计师成才系列)

ISBN 978-7-121-18886-2

I. ①注… II. ①王… III. ①注塑—塑料模具—设计 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 266238 号

策划编辑：许存权

责任编辑：许存权 特约编辑：刘海霞 刘丽丽

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：12.5 字数：300 千字

印 次：2013 年 1 月第 1 次印刷

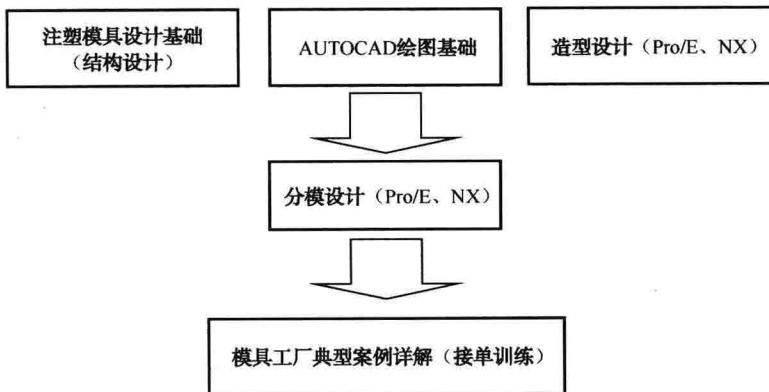
印 数：4 000 册 定价：33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

模具设计师学习流程图



前 言

本书是“模具设计师成才系列”丛书的第一本，是专门讲解注塑模具结构设计基础理论与方法的一本书。读者只有掌握了本书内容，才能为学习后续课程打下良好的基础。

学习此书的最低限度知识要求：

- 懂机械制图。因为书中有些图例，不懂机械图纸，将看不懂图。
- 了解必要的机加工知识。模具加工属于机加工，设计方法取自于工程实践，对机加工操作不熟悉，将难以理解书中所介绍的概念与方法，所以对车、铣、磨、电火花、线切割、数控铣等基本操作要有所了解。

在长期的教学和工程实践中，我们曾用过不少版本的模具设计教材，在受益于这些经典传统教材的同时，也深深为传统模具设计教材中出现的一些不足之处感到遗憾。

未来承担模具设计工作的大多是本、专科学生，也有不少是中专生，他们面临的问题就是实实在在的模具设计，由于一些传统的模具设计教材太偏重理论性、学术性，而不重视实战操作，设计方法也没有具体化，这使得学生学过之后是“一头雾水”，动手设计时不知从何下手。理论探讨固然有益，然而如果过多过滥，把一些可能是研究生也未必能理清的内容去给这些学生，那未免有些不切实际。

另外，现今模具设计早已是采用计算机辅助设计的方式进行，模具 CAD/CAE/CAM 技术在业界使用已经很普遍，使用软件自动化分模已是每个模具设计师的必修技能，那种手工画图的方式已经是很遥远的事情了。模具设计教材必须要跟得上模具技术的发展，必须要反映现代模具生产情况，如果抱守残缺，沿袭惯有思维，必将落后于工程实际。

有感于此，在自己多年模具厂实际设计经验的基础上，参阅和借鉴了大量模具设计图纸资料，并根据长期的模具教学实践，按照科学的学习顺序，对各章内容做了精心的安排，编写了这本模具设计的入门书籍，以求抛砖引玉，促进模具设计教学的发展。

本书具有以下几个特点：

- 从零开始，循序渐进

本书是一本模具设计的入门书籍，力求具备基础条件的读者都能理解，我们从塑料产品开始讲起，然后按模具设计的顺序，一步步地细心讲解具体的设计方法。

- 图文并茂，简明扼要

本书的一大特色是配有大量的图片，并以简明的语言来叙述设计要点，对过深、过理论化的内容不予探讨，轻装前进，没有废话，一改传统教科书式的长篇大论。

- 贴近实战，操作性强

本书的设计方法与技巧均是实际模具设计过程中所采用的，在编写过程中参考了诸多技术资料 and 图纸，具有很强的实用性。本书编写的目的是讲求实战，学完之后，就能够动手设计，能够解决空谈理论、不会设计的尴尬局面。

本书可作为高等院校机械类、材料工程类专业本科生及专科生的教材，也可作为模具设计从业人员的培训教材，还可供从事注塑模具设计与制造的技术人员使用。

本书编写过程中引用了一些同类图书的插图、实例和表述，在此对相关作者深表感谢。并在认知水平上，对所引内容进行了修改或补充。我们希望给读者奉献一本好书，尽管小心谨慎、反复检查，但由于水平有限，虽勉力为之，疏漏和不妥之处在所难免，请各位读者和同仁海涵并不吝赐教。我们的电子邮箱：528009396@qq.com

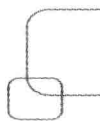
王 静

2012 年秋于郑州

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 引言	(2)
1.2 模具的分类	(2)
1.3 模具设计的概述	(5)
1.3.1 模具生产流程	(5)
1.3.2 学好模具设计的基本要求	(12)
思考题	(14)
第 2 章 注塑成型	(15)
2.1 塑料	(15)
2.1.1 塑料简介	(16)
2.1.2 塑料的主要性能特点	(17)
2.1.3 塑料的分类	(18)
2.1.4 新型塑料材料	(18)
2.1.5 常见塑料标识	(19)
2.2 注塑机	(20)
2.2.1 注塑机简介	(20)
2.2.2 注塑机与模具	(22)
2.3 注塑成型	(24)
2.4 注塑成型工艺条件	(26)
思考题	(28)
第 3 章 模架结构	(29)
3.1 模具外观认识	(29)
3.2 标准模架	(30)
3.3 典型模具结构 3D 图解	(34)
3.3.1 动模部分拆分	(35)
3.3.2 定模部分拆分	(37)
3.4 模具结构 2D 图解	(39)
3.5 模仁	(40)
3.5.1 模仁尺寸的确定	(40)
3.5.2 模仁的固定	(41)
3.6 模架的选择	(42)
思考题	(43)
第 4 章 分型面设计	(44)
4.1 拔模	(44)

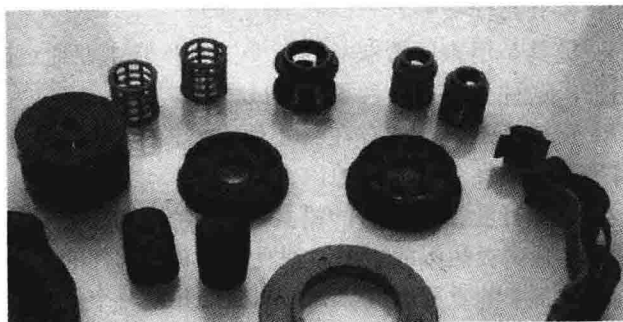
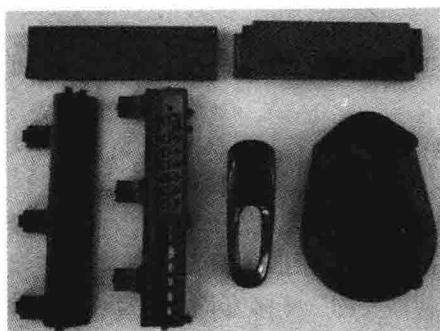
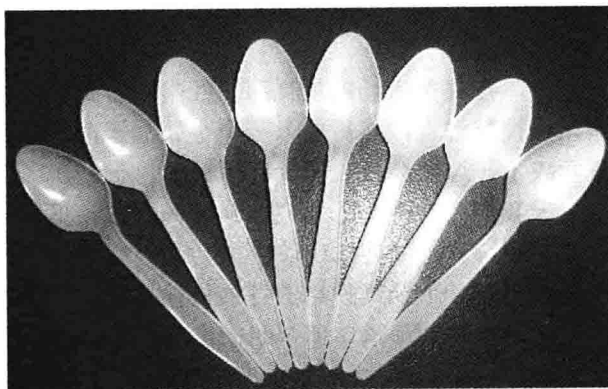
4.1.1	拔模的必要性	(44)
4.1.2	拔模角度的选取	(46)
4.2	分型面	(47)
4.2.1	分型面的位置	(47)
4.2.2	分型面的选取原则	(48)
4.2.3	模具定位设计	(50)
4.3	镶件	(51)
4.3.1	镶件的做法	(51)
4.3.2	镶件的意义	(52)
4.3.3	靠破、插破与枕位	(54)
4.3.4	镶件的固定	(55)
	思考题	(56)
第5章	浇注系统设计	(58)
5.1	浇注系统的构成	(58)
5.2	主流道设计	(59)
5.3	分流道设计	(61)
5.3.1	分流道的截面	(61)
5.3.2	分流道的走向布置	(63)
5.4	冷料井设计	(64)
5.5	浇口设计	(65)
5.5.1	直接式浇口	(65)
5.5.2	侧浇口	(66)
5.5.3	潜伏式浇口	(67)
5.6	浇口位置的确定	(69)
5.7	排气系统的设计	(71)
	思考题	(71)
第6章	顶出系统设计	(72)
6.1	顶出过程	(72)
6.2	常用顶出结构	(74)
6.2.1	顶针顶出	(74)
6.2.2	顶板顶出	(77)
6.2.3	司筒顶出	(78)
6.3	顶出行程的计算	(79)
6.4	复位机构	(81)
6.5	垃圾钉、中托司、支撑柱	(82)
	思考题	(85)
第7章	侧抽芯系统设计	(86)
7.1	滑块的设计	(87)
7.1.1	滑块动作原理	(87)



7.1.2	滑块本体设计	(89)
7.1.3	斜导柱设计	(91)
7.1.4	锁紧块设计	(93)
7.1.5	滑块压板设计	(95)
7.1.6	滑块限位设计	(96)
7.1.7	典型滑块图例	(98)
7.2	斜顶的设计	(100)
7.2.1	斜顶动作原理	(101)
7.2.2	斜顶头部设计	(102)
7.2.3	斜顶的避空	(105)
7.2.4	斜顶的导向	(106)
7.2.5	斜顶的连接方式	(108)
7.3	先复位机构设计	(112)
	思考题	(114)
第 8 章	冷却系统设计	(115)
8.1	常用冷却方式介绍	(116)
8.1.1	直通式水路	(116)
8.1.2	阶梯式水路	(118)
8.1.3	隔板式水路	(119)
8.1.4	盘旋式水路	(119)
8.2	设计细节要点	(120)
	思考题	(122)
第 9 章	三板模设计	(123)
9.1	两板模无法解决的问题	(123)
9.2	三板模工作原理	(124)
9.3	三板模标准模架	(128)
9.4	浇注系统设计	(131)
9.5	限位装置设计	(134)
9.5.1	限位拉杆设计	(134)
9.5.2	尼龙扣塞设计	(137)
9.6	水口边钉导向长度的计算	(138)
	思考题	(139)
第 10 章	注塑模具实际案例	(140)
10.1	模具图纸介绍	(140)
10.1.1	产品图	(140)
10.1.2	组立图	(141)
10.1.3	散件图	(144)
10.1.4	线割图	(145)
10.1.5	冷却水路图	(147)

10.2 设计案例	(147)
10.2.1 产品分析	(148)
10.2.2 转图	(148)
10.2.3 制作产品图及加工图	(149)
10.2.4 镜像、放缩水(作排位所需用图)	(150)
10.2.5 定内模料	(150)
10.2.6 调模架	(151)
10.2.7 完善组立图	(152)
10.2.8 分模	(156)
10.2.9 散件图	(157)
10.3 小结	(162)
附录 A 常用模具标准件	(163)
附录 B 不同塑料所用钢材参考	(169)
附录 C 常见制品缺陷及产生原因	(170)
附录 D 最常用热塑性塑料的介绍	(174)
附录 E 常用模具名称汇总	(175)
附录 F 我国模具发展现状及趋势	(177)
附录 G 国外模具的现状和发展	(182)
附录 H 模具设计师考题试卷	(184)
参考文献	(189)
后记	(190)

第1章 概 述



在我们日常工作和生活中，经常会碰到许多塑料制品，它们形态不一、五颜六色，功能多样，在不同环境中使用，能够满足于人们的各种需求。实际上除了生活日用品之外，塑料制品在农业生产、仪器仪表、医疗器械、食品工业、建筑器材、汽车工业、航空航天、国防工业等众多领域都得到了极为普遍的应用。

在农业方面，大量塑料被用来制造地膜、育秧薄膜、大棚膜、排灌管道、渔网和浮标等；在工业方面，传动齿轮、轴承、轴瓦及许多零部件都可以用塑料制品来代替金属制品；在化学工业方面，可以用塑料来做管道、容器等防腐设备；在建筑领域，门窗、楼梯扶手、地板砖、天花板、卫生洁具等，都可以用塑料制品。

在国防工业和尖端技术中，常规武器、飞机、舰艇、火箭、导弹、人造卫星、宇宙飞船等，都有以塑料为材料的零件。

在日用品方面，塑料制品更是不胜枚举：拖鞋、牙刷、香皂盒、儿童玩具、电视机、电风扇、洗衣机、电冰箱、空调器等。

那么所有这些塑料制品是通过什么制造出来的呢？

1.1 引言

初学者在开始学习这门课程之前，都会不由自主的提到这个问题。其实在我们的生活中就有很多模具。

例如，在集贸市场或蛋糕店，经常会看到有人做小蛋糕。原料：水，鸡蛋，面粉等，把这些东西搅拌混合，然后倒入一个金属盒子，合上盖子，加热一会，打开盖子，香喷喷的蛋糕就做成了，这个金属盒子就称为模具。

夏天我们经常冻些冰块或冰糕解渴，冰箱里通常会配有一个塑料盒子，把水倒入，冷冻到一定时间，就可以把冰块取出来，这个塑料盒子也称为模具。

稍微留意一下经常使用的钉书机，排列整齐的订书钉受压，在钉书机底板凹槽内折弯，就可以把纸张装订锁紧，那个凹槽也可称为模具。

.....

模具是什么呢？

模具是用来成型制品的一个工具，它主要通过改变所成型材料的物理状态来实现外形的加工，这种工具由各种零件构成。

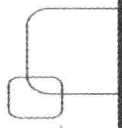
正是由于模具的存在，才使得大批量的复制生产商品成为可能，这极大提高了生产率，满足了现代社会对商品的巨大需求。

汽车行业需要大量的模具，汽车的“心脏”——发电机的缸体压铸到汽车车身冲压件，从新材料超强钢板热压成型模，到汽车核心零部件的国产化，都需要模具带动，可以说模具装备是汽车装备中的重要组成部分。例如，开发一个新轿车车型就需要约一千多套模具。新中国第一辆“东风”轿车，是我国第一汽车制造厂工人历时一年多手工敲制出来的。而现今一汽集团一天的产量就可以达到 570 多辆，几秒钟之内模具就可以生产出一个零件，从而使成本迅速下降，普通民众也能够买得起。如果没有模具工业强有力的支撑，汽车进入中国千万家庭的梦想是几乎不可能的。这巨大的差异，就是我国模具工业突飞猛进历程的真实反映。

模具号称工业之母，模具工业的技术水平几乎代表了加工制造业的最高水平！因此，世界各国均非常重视模具，大力发展模具工业。通常一个国家模具工业越先进，那么它的整个工业水平也就越先进！模具技术水平的高低已经成为衡量一个国家制造业水平高低的重要标志。我国要实现制造工业强国的梦想，模具必须先行。

1.2 模具的分类

因为各种产品的材质、外观、规格及用途的不同，对应的模具也就不同。模具有很多分类方法，按不同的分类方法，同一种模具归类就可能不一样。为便于读者了解，这里按产值比重来分类，可分为塑料模、冲压模等。



1. 塑料模

塑料模(图 1-1)用于塑料件成型,将颗粒状塑料原料加热后,由注射设备将熔融材料喷射入模具型腔成型,待产品冷却后再开模,由顶出设备将成品顶出。塑料模根据工艺不同,又分为注塑模、中空吹塑模、压塑模等,其中注塑模具以其产品最广泛,结构最复杂,在塑料模具中占据着重要地位,一枝独秀,发展极为迅速。所以有一种说法:“一提模具,指的就是塑料模;而一提塑料模,指的就是注塑模!”。据称全球塑料模具产量中约半数以上是注塑模具。

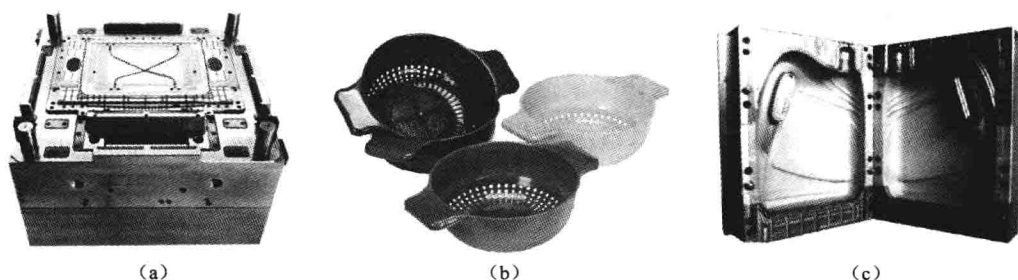


图 1-1

2. 冲压模

冲压模(图 1-2)也称五金模、冷冲模具,是在室温下,利用安装在压力机上的模具对材料施加压力,使其产生分离或塑性变形,从而获得所需零件的一种压力加工方法。产品很广泛,全世界的钢材中,有 60%~70%是板材,其中大部分是经过冲压制成成品。汽车的车身、底盘、油箱、散热器片;锅炉的汽包、容器的壳体;电机、电器的铁芯硅钢片等都是冲压加工的。仪器仪表、家用电器、自行车、办公机械、生活器皿等产品中,也有大量冲压件。

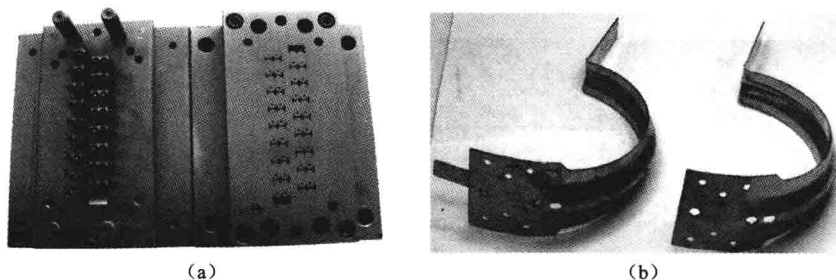


图 1-2

3. 压铸模

压铸是一种利用高压强制将金属熔液压入形状复杂的金属模内的一种精密铸造法,待冷却凝固后再开模顶出。压铸模(图 1-3)与塑料模成型原理类似。但两者还是有很多区别:压铸模具适用于黑色金属及有色金属的精确成型,注塑模具适用于塑料件的成型;二者的使用温度有很大的差别,模具选材也完全不同;从结构上讲,前者相对简单一些,后者要复杂得多。

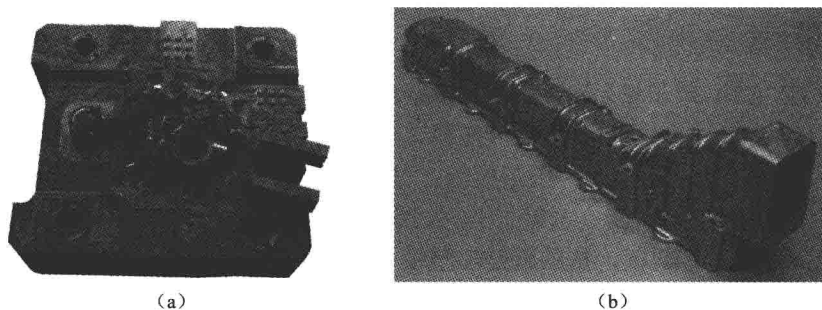


图 1-3

4. 锻模

锻造是将金属坯料置于锻造模具内，利用锻压或锤击方式，使置于其中的坯料按设计的形状来成型。锻模如图 1-4 所示。

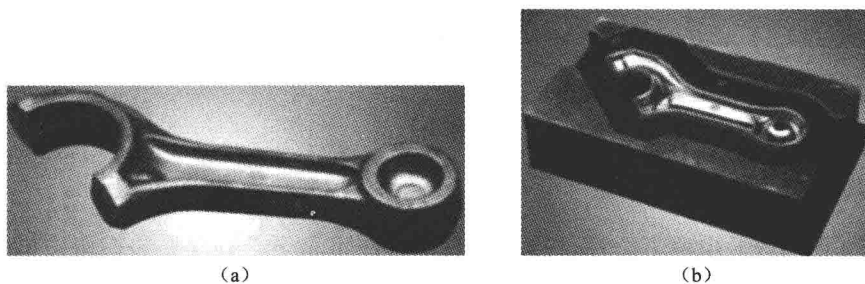


图 1-4

5. 其他模具

除了前面介绍的金属模具及塑料模具之外，还有以玻璃、陶瓷等为成型材料的模具，如图 1-5 所示。

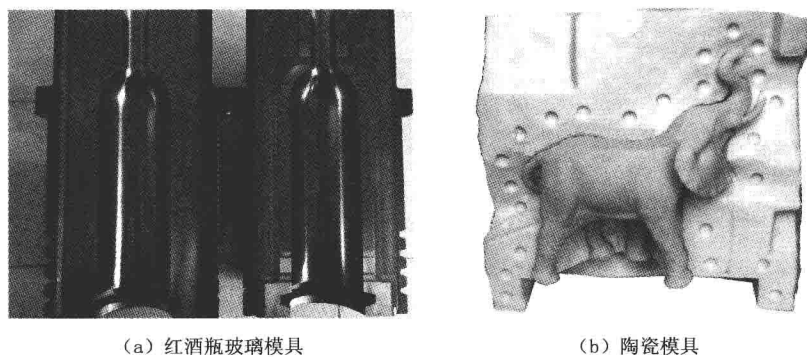
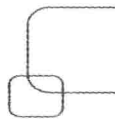


图 1-5

以上对模具做了简单的分类，随着材料科学的不断发展及模具技术的日新月异，当今世界不断有新式模具在各领域诞生。此远非本书所能尽述，还望读者能够在工作实践中，不断学习，与时俱进。



1.3 模具设计的概述

模具工业是技术密集型产业，人才是行业发展的关键。随着我国模具工业的迅猛蓬勃发展，对技术人才需求量缺口很大。企业十分渴求专业扎实的技术人才，这主要包括模具设计与制造，工艺编制等的技术人员；也包括专业技术工人（高级蓝领），高级模具钳工、模具维修调试人员及加工中心编程、操作、维修人员。

人才的培养主要来源于高校各相关模具专业。所以高校是输送模具技术人才的重要基地。掌握模具设计，是对每一个模具专业学生毕业时的基本要求。然而事实表明：有不少学生在毕业时没有达到这种要求，直接表现在工作后无法胜任岗位技术工作。

在这里我们不再探究具体原因，仅从学习的角度来说，没有压力就没有动力，不深入实践，就无法切身体验该学习哪些知识。可是有些读者限于环境的制约，确实是无法身临其境的实践学习，所以对模具设计到底该怎样学、学些什么很是迷茫。

为帮助读者更好地理解，我们在谈怎样学好模具设计之前，简单介绍一下实际加工现场模具生产流程，使读者对模具生产所涉及的各个环节有所了解，这样才能更好地指导学习。

1.3.1 模具生产流程

目前来说，对于一个模具公司（厂）来说，从接到订单开始，直至模具交付客户，大致流程如图 1-6 所示。

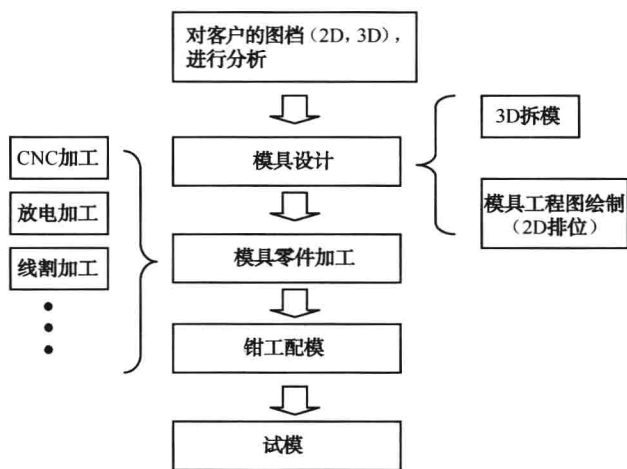


图 1-6

图 1-6 所示是模具生产的大致流程，需要说明的是不同的加工现场根据自身的情况可能略有些不同。正规大厂实力雄厚，设备先进，分工会更细；而“山寨”小厂、小作坊则分工不会很细，例如，只管设计、配模，涉及自己无法搞定的加工业务可能会托给外协，但大致都差不多，基本上就是这个流程。

下面我们对每个环节一一介绍。

1. 产品分析

模具厂接案例通常情况下有几种情况：一是客户给图纸，并无产品实物。这个图纸可能是二维（2D）图档，或者是三维（3D）图档（3D 数据文件），或者 2D 和 3D 图档都有；二是客户给产品实物，并没有图纸；第三种情况是既有图纸也有产品，如图 1-7 所示。

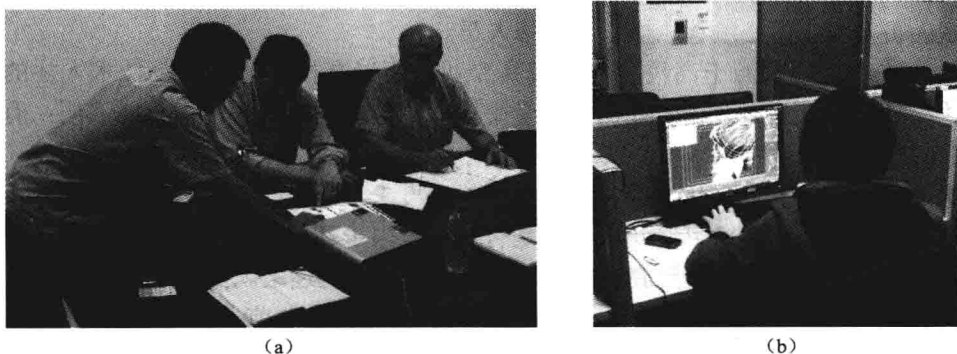


图 1-7

无论何种情况，一旦接单，那么就有模具厂来负责承包制作模具，设计任务就下发到设计人员那里。

设计人员在模具设计之前，首先要进行产品分析，即仔细研究产品，根据自身加工现场实际情况，看看需要做成什么结构的模具才合适。模具既要能够加工出来，又要保证质量，更需考虑其生产成本。所以在有些时候并不单纯地是个技术问题，往往需要和客户及主管充分交换意见方能对模具结构最终定型。

单纯从模具设计的角度来说，产品分析的主要内容包括产品需要出几腔、进胶如何设计、分型面怎么走、对应的大致模具结构是什么样子等。

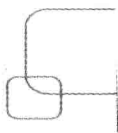
2. 模具设计

产品分析完后，就开始模具设计。它是根据产品的不同结构特点，使用相关软件设计出对应的模具结构。在当今现代化的加工条件下，它具体指的是 3D 分模及 2D 排位，这是模具设计师的主要工作。

1) 3D 分模

分模也称为拆模，如图 1-8 所示。它是指运用模具软件根据产品模型，把模具（毛坯）分开，从而得到组成模具型腔的零件（前、后模）。具体来说就是将产品的 3D 模型放缩水后，利用 3D 软件如 Pro/E、UG 等将产品拆分为动/定模仁、斜顶、滑块、镶件等。3D 拆模是整个模具设计过程中最重要的核心工作。只有经过拆模，才能将模具里面成型产品的动、定模仁等相关零件设计出来，才能为后续的零件加工提供数据文件。

3D 分模，并不仅仅是指软件操作。如果简单地认为掌握了分模就掌握了模具设计，那就错了。在很久以前，产品都很简单，计算机也不普及，通过简单的机床和人脑的计算就可以把模具做出来。随着产品的要求不断提高，产品的结构日趋复杂，通过人工计算和普通机



床已经无法把模具做出来了。如牵扯到产品的各种复杂曲面部分，已经无法通过人工计算，机床摇数加工出来了，必须借助于数控加工才能够做出来。然而，采用数控加工，就要编制刀路程序，而要编制刀路程序，首先必须要有零件模型。这个零件模型，即是组成模具的3D零件，它就是通过计算机自动分模产生的。因此，对于当今模具加工来说，没有3D分模，设计加工模具简直是不可想象的。

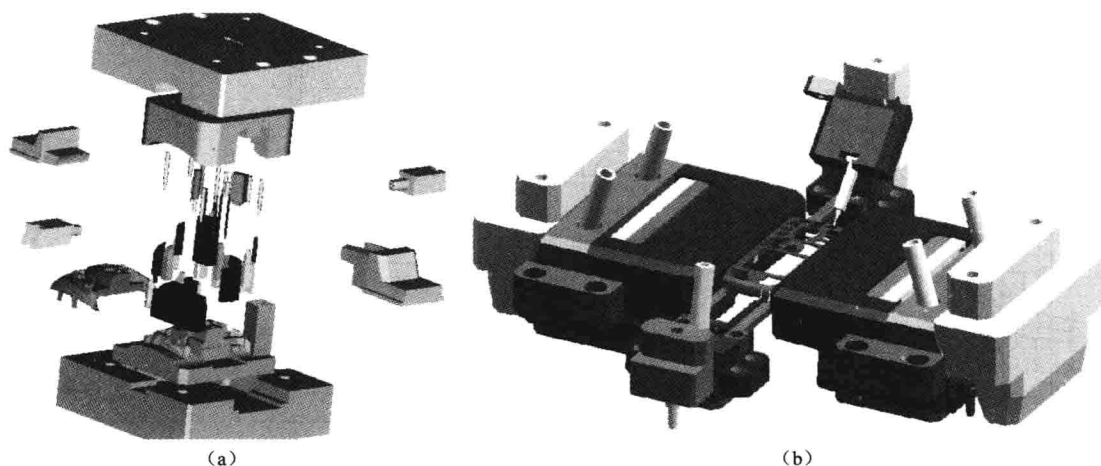


图 1-8

虽说3D分模是借助软件来自动完成的，但是软件不是万能的，它是不知道这里做什么结构，那里做什么结构的。软件仅仅是取代人脑进行数学计算，简化程序而已。你必须懂得模具设计知识，然后才能借助软件进行操作，来表达设计思路。不懂模具结构设计而去分模，分出的零件能不能加工、结构合理不合理都是不确定的。

时至今日，模具CAD/CAE/CAM技术已经在大大小小的模具厂得到了普及，设计模具零件，已经不需要大量的手工计算了，完全可以借助模具软件（Pro/E、UG等）来设计。在校的学生必须要认识到这一点，努力掌握好这项技能，这样才能赶得上企业的需求。切莫做空头的模具设计理论家。

2) 2D 排位

2D排位主要是指绘制模具组立图（装配图）。当然这里也顺便包括绘制零件图、线割图、放电加工图等。图纸对模具加工非常重要，即使在数字化加工的条件下，对于多加工企业来说依然需要图纸。一般情况下设计人员在完成3D拆模后，就要绘制模具工程图，以供加工车间各工序加工师傅使用。清晰、完整、准确的模具工程图纸是十分有必要的，如图1-9所示。

2D排位与3D分模一样，专业性很强，并不是AutoCAD会用了，就能画模具图了。这需要懂模具结构设计知识，并且要熟练使用模具设计工具软件，才能够画好。在具体排位时，有许多细节和画法是表达模具结构所特有的，需要不断实践才能掌握。

3. 模具零件加工

模具零件加工，即根据设计图纸将各个模具零件加工出来。这里面大致分为两种，一种是普通加工，包括车床、铣床、磨床、钻床等；一种是特种加工，包括线切割加工、电火花